

超低能耗建筑技术及应用探讨

张伟明

杭州滨江城建发展有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 超低能耗建筑技术通过被动式和主动式设计技术,有效应对能源危机,减轻环境压力,提升居住舒适度与健康水平,符合政策导向与经济可持续发展。高效的围护结构保温、节能门窗、无热桥设计及气密性设计是被动式技术的关键;新风系统、高效热回收、低碳热水系统、节能电气设备及可再生能源利用则构成主动式技术的核心。西咸新区文教园、龙创睦邻幼儿园、杭州市浦沿小学拆复建工程等项目展示了超低能耗建筑技术的成功应用,实现了显著的节能效果与良好的社会经济效益。

关键词: 超低能耗; 关键技术; 应用案例

引言

随着全球能源危机与环境问题的日益严峻,建筑行业作为能源消耗与碳排放的主要领域,其转型与升级迫在眉睫。超低能耗建筑作为未来建筑发展的方向,通过综合运用先进的被动式和主动式设计技术,旨在大幅降低建筑能耗,减少温室气体排放,同时提升居住舒适度与健康水平。本文将深入探讨超低能耗建筑技术的必要性、关键技术及应用案例,以期为建筑行业的可持续发展提供有益的参考与借鉴,推动超低能耗建筑技术的广泛应用与普及。

1 超低能耗建筑技术及应用的必要性

1.1 应对能源危机

全球能源储备有限,传统能源如煤炭、石油、天然气等正逐渐枯竭。建筑行业作为能源消耗大户,其能耗占社会总能耗的比例相当高。在这种情况下,超低能耗建筑技术的应用成为缓解能源危机的关键。通过采用被动式设计技术中的高效围护结构保温、无热桥设计等,以及主动式设计技术里的高效热回收新风系统、可再生能源利用等,可以大幅降低建筑在运行过程中的能源消耗。

1.2 减轻环境压力

传统建筑在使用能源过程中会大量排放二氧化碳等温室气体,是导致全球气候变暖的重要因素之一。超低能耗建筑技术的应用可有效减少这一现象。以太阳能热水系统和光伏发电为例,这些可再生能源的利用替代了传统的化石能源供热和发电方式,从源头上减少了二氧化碳排放。而且,高效的电气设备和能耗监测系统能从而优化能源使用,降低因能源消耗产生的环境影响。据研究,超低能耗建筑相比普通建筑,其全生命周期内的温室气体排放量可降低60%-70%,对于改善空气质量、保护生态环境、应对气候变化有着至关重要的作用^[1]。

1.3 提升居住舒适度与健康水平

超低能耗建筑技术不仅关注能耗问题,也致力于提升居住者的舒适度和健康水平。在被动式设计方面,节能门窗及遮阳设计能有效调节室内光照强度和温度,避免夏季室内过热和冬季过冷。同时,高气密性设计结合新风系统,能够保证室内空气的清新度和湿度适宜,减少灰尘、霉菌等污染物的进入。

1.4 符合政策导向与经济可持续发展

随着全球对可持续发展的重视,各国政府纷纷出台了一系列鼓励超低能耗建筑发展的政策。这些政策包括财政补贴、税收优惠等,对于建筑开发商和使用者来说,采用超低能耗建筑技术不仅能获得政策支持,还能降低长期运营成本。从经济角度看,虽然超低能耗建筑在建设初期可能需要投入更多的资金用于高性能材料和设备的采购,但在建筑的整个生命周期内,其节能效果所带来的经济效益是显著的。

2 超低能耗建筑的关键技术

2.1 被动式设计技术

(1) 高效的围护结构保温设计。在超低能耗建筑的设计中,为了最大程度地减少建筑的热损失,往往会采用高性能的保温材料^[2]。例如,使用STP真空绝热板加岩棉板复合保温系统。STP真空绝热板拥有卓越的保温性能,其内部的真空环境极大地降低了热传导效率,就像是为建筑穿上了一层高效的“保暖内衣”。岩棉板则具有良好的防火性能和保温效果,二者复合使用,相辅相成,形成了一道坚固的保温防线,有效地阻止了室内热量向外散发,使建筑在寒冷的环境中能够保持温暖。

(2) 节能门窗及遮阳设计。高性能的节能门窗,如塑钢中空玻璃窗,是此类建筑的常见选择。塑钢材质具有良好的密封性和隔热性能,而中空玻璃则在两层玻璃之间

形成了一个空气层，这个空气层就像是一个天然的隔热屏障，大大降低了热量通过门窗的传导。同时，合理设置遮阳设施也是不可或缺的。遮阳设施可以根据太阳的位置和照射角度进行调整，有效地阻挡太阳辐射得热。在炎热的夏日，遮阳设施就像一把把“遮阳伞”，减少太阳热量进入室内，降低室内温度，从而减少空调等制冷设备的使用频率，从而降低建筑能耗。（3）无热桥设计。热桥效应是建筑能耗增加的一个重要因素，在超低能耗建筑中需要极力避免。热桥通常出现在建筑结构中的某些部位，如墙体与梁柱的连接处、窗框与墙体的衔接处等，这些部位的热量传递速度比其他地方快。通过精心的设计和构造处理，例如采用断桥技术、优化建筑结构连接方式等，可以有效地减少热桥效应，确保建筑的热量传递处于一个较低的水平，使室内温度更加稳定，减少了因热量不均匀传递而导致的能源浪费。（4）整体的气密性设计。提高建筑的气密性，可以防止冷风渗透和热量散失。在设计和施工过程中，会对建筑的各个缝隙、孔洞等进行密封处理。从门窗的密封胶条到墙体的缝隙填充，每个细节都严格把控^[3]。良好的气密性使得建筑在冬季能够阻挡寒冷的空气进入室内，在夏季能够防止热空气的侵入，就像为建筑打造了一个密不透风的“保护罩”，维持室内舒适的温度环境，减少了为调节温度而消耗的能源。

2.2 主动式设计技术

（1）新风系统+高效热回收设备。新风系统能够持续地为室内提供新鲜空气，满足人们呼吸的需求。同时，为了避免在换气过程中造成大量的热量损失，会配备高效的热回收设备。当室内的空气排出时，热回收设备会捕捉其中的热量，然后将这些热量传递给进入室内的新鲜空气。这一过程就像是在新旧空气之间搭建了一座“热量桥梁”，使得新鲜空气在进入室内时已经带有一定的温度，减少了为加热或冷却新空气所需的能源，大大降低了建筑的能耗，实现了节能与空气质量保障的双赢。（2）低碳高效的生活热水系统。在超低能耗建筑中，生活热水的供应也采用了低碳高效的方式。太阳能热水系统是一种常见且环保的选择。太阳能集热器安装在建筑的合适位置，如屋顶等，能够充分吸收太阳的热量，将其转化为热能，用于加热水。在阳光充足的情况下，太阳能热水系统可以满足大部分甚至全部的生活热水需求。此外，空气源热泵也是一种高效供热系统。它通过吸收空气中的热量，经过压缩机等设备的作用，将热量传递给生活用水，即使在低温环境下也能高效运行^[4]。这种利用可再生能源和高效设备的热水供应方式，减少了

对传统能源的依赖，降低了能源消耗和碳排放。（3）节能的电气设备及能耗监测系统。从照明灯具到各种电器插座，都采用了具有高效节能特性的产品。例如，LED照明灯具相比传统灯具，具有更高的发光效率和更低的能耗，能够在提供充足照明的同时，减少电力消耗。同时，设置能耗监测系统可以对建筑能耗进行动态监测和管理。这个系统就像是建筑的“能源管家”，能够实时收集和分析各个设备和区域的能耗数据。通过这些数据，管理人员可以清楚地了解建筑的能源使用情况，及时发现能耗异常的设备或区域，并采取相应的措施进行调整和优化，确保建筑始终保持在一个较低的能耗水平。（4）可再生能源的利用。光伏发电是其中一种重要的方式，太阳能电池板安装在建筑的屋顶或外立面等合适位置，将太阳的光能直接转化为电能。这些电能可以为建筑内的照明、电器等设备供电，减少对传统电网电力的依赖。还有导光管的利用，通过高性能的导光管系统，把地面的自然光引入到地库中去，既极大的改善了地库的光线不足，又充分的降低了安装照明灯具所需的能源损耗，使得地库可以有更多的使用功能，空间更丰富。此外，风力发电在一些具备合适风力条件的地区也可应用。小型风力发电机可以安装在建筑周围，将风能转化为电能，为建筑补充能源。通过多种可再生能源的综合利用，建筑能够在一定程度上实现自给自足的能源供应，从而降低对不可再生能源的消耗，为环境保护做出积极贡献^[5]。

3 超低能耗建筑的应用案例

3.1 西咸新区文教园片区WJ01-01地块项目

该项目是超低能耗建筑领域的一个典范，它完全按照超低能耗建筑标准进行精心的设计和建造。在设计过程中，充分运用了多种关键技术措施。首先，高效的围护结构保温技术得到了完美体现，采用了优质的保温材料和先进的保温构造，确保建筑的热量散失得到有效控制。其次，高效的节能门窗也被广泛应用，这些门窗不仅具有良好的隔热性能，还在保证采光和通风的前提下，最大程度地减少了热量的传递。再者，节能的电气设备遍布整个建筑，从照明系统到各种电器设备，都选择了低能耗、高效率的产品。在施工阶段，项目团队秉持精细化施工的理念，每个环节都严格按照高标准执行。对于部品部件的选用更是精益求精，只选择质量上乘的产品。这些高质量的部品部件不仅提高了建筑的建造质量，而且延长了建筑的使用寿命。通过这些努力，该项目实现了令人瞩目的节能效果。它大幅降低了能源需求，减少了对市政能源供应的依赖，从而节约了市政

设施及能源配套的投资^[6]。

3.2 龙创睦邻幼儿园项目

龙创睦邻幼儿园项目位于哈尔滨市香坊区，总建筑面积2517.22m²。该项目在超低能耗建筑技术的应用方面独具特色。在围护结构保温上，采用了STP真空绝热板加岩棉板复合保温系统，这种先进的保温系统为幼儿园构筑了一道坚固的“保暖防线”，有效抵御了哈尔滨冬季的严寒，确保室内温度适宜，为孩子们创造了一个温暖的学习和生活环境。在供热系统方面，项目采用了新风空调一体机、太阳能热水、空气源热泵等高效供热系统。新风空调一体机既能保证室内空气的清新，又能根据室内温度需求进行调节，使室内温度始终保持在舒适的范围内。太阳能热水系统充分利用了哈尔滨充足的日照资源，为幼儿园提供了大量的生活热水，满足了孩子们日常洗手、洗澡等热水需求。空气源热泵则在寒冷的冬季作为辅助供热设备，确保热水供应的稳定性。此外，智能化系统设计也是该项目的一大亮点。通过智能化系统，幼儿园的管理人员可以方便地对室内温度、湿度、照明等环境参数进行实时监控和调整，为师生们提供了舒适、安全、健康、愉快的成长环境，同时也体现了超低能耗建筑在幼儿园建设中的巨大优势。

3.3 杭州市浦沿小学拆复建工程

浦沿小学拆复建工程位于杭州市滨江区（国家高新技术产业开发区）浦沿街道，总用地面积27917m²，总建筑面积45290m²，其中6#综合楼，是杭州市近零能耗建筑示范项目。综合楼总建筑面积为8252.75m²，地上5层（总高度为23.75m），地下1层；其中地上建筑功能为教学用房、地下室功能为餐厅和厨房。该项目根据“被动优先、主动优化、经济适用”的技术原则，首先是高性能围护结构设计，采用了高保温性能的保温一体板，从源头降低建筑负荷，在满足建筑功能需求基础上，优化建筑形体，通过控制体形系数以及建筑西侧外窗采用金属格栅外遮阳等措施，选取适合夏热冬冷地区的围护结构热工参数及热桥处理方式，并提高气密性、严格控制无组织渗风。其次是地下餐厅引入高效导光照明系统；采用先进的纯自然光导管照明系统，有效解决地下空间的

白天日常照明问题，在实现节电减排基础上，更让地下空间变得健康与舒适，极大地提升了学校师生的就餐环境。然后是高效的设备系统，提高设备用能效率，空调系统采用多联机空调机组，机组能源效率等级指标APF均达到4.5，教室采用紧凑型风管式，侧送顶回风，餐厅采用环绕出风天花板嵌入式，各层均设置全热交换器，全热交换效率不小于70%；在此基础上还构建了建筑环境与能效监测优化一体化平台。实时监控用能效果。最后是建筑可再生能源利用，项目所在地处于太阳能资源Ⅲ区，太阳能资源充足，充分利用屋面铺设光伏，发电模式采用“自发自用，余电上网”的模式，项目整体年发电量达到了30余万度，有效减少了碳排放，做到了真正意义上的近零能耗。本项目实现了建筑本体节能率≥20%、可再生能源利用率≥10%，建筑综合节能率≥60%。

结束语

综上，超低能耗建筑技术以其显著的节能效果、环保优势及良好的居住体验，已成为建筑行业转型升级的重要方向。通过不断优化被动式和主动式设计技术，结合实际应用案例的成功经验，超低能耗建筑将在未来得到更广泛的推广与应用。这不仅有助于缓解能源危机、减轻环境压力，还能提升居民生活质量，推动社会的可持续发展。

参考文献

- [1]辛露.超低能耗建筑技术及应用探讨[J].中国战略新兴产业,2018(40).
- [2]陈章龙.被动式超低能耗建筑施工技术探讨[J].四川建材,2024,50(8):45-47.
- [3]王超.被动式超低能耗建筑技术研究及发展趋势[J].建筑技术开发,2020,47(20):87-88.
- [4]李磊.被动式超低能耗建筑设计应用[J].房地产导刊,2022(13):108-110.
- [5]张群.面向未来的超低能耗建筑设计理念与策略[J].工程与建设,2024,38(1):44-46.
- [6]王奉全.超低能耗建筑暖通施工的关键技术与挑战[J].房地产导刊,2024(12):46-48.